D-5

ŽELJKO MARKOVIĆ

O DVJESTAGODIŠNJICI BOŠKOVIĆEVE *Philosophiae naturalis Theoria*

PREDAVANJA
ODRŽANA U JUGOSLAVENSKOJ AKADEMIJI

PREDAVANJA
ODRŽANA U JUGOSLAVENSKOJ AKADEMIJI
svezak 19

Urednik
Akademik JOSIP GOLDBERG

JUGOSLAVENSKA AKADEMIJA ZNANOSTI I UMJETNOSTI

ŽELJKO MARKOVIĆ

O DVJESTAGODIŠNJICI BOŠKOVIĆEVE
Philosophiae naturalis Theoria

ZAGREB

1959

Tehnička redakcija, tisak, uvez i oprema:

IZDAVAČKI ZAVOD JUGOSLAVENSKE AKADEMIJE

ZAGREB

Godina 1958. jubilarna je za sve, koji se bave životom i radom Ruđera Boškovića. U nju pada dvjestagodišnjica objavljivanja Boškovićeva djela *Philosophiae naturalis Theoria redacta ad unicam legem virium in Natura existentium*[1], koje je od svih Boškovićevih djela naišlo na najveći odjek. Objavio ga je »nekim slučajem«[2] g. 1758. u Beču, gdje se nalazio u diplomatskom poslu zastupajući republiku Luku (Lucca) u jednom sporu s Velikom vojvodinom Toskanom. Napisao ga je u punoj snazi stvaranja, u četrdeset i devetoj godini života, nakon trinaestogodišnjeg razmišljanja o problemima svoje prirodne filozofije, u zanosu,[3] u kome je jedino mogao raditi, a koji je ovdje radi obilja i novosti rezultata bio visok. Na odlasku iz Beča, u proljeće g. 1758., ostavio je prijatelju isusovcu Karlu Scherfferu rukopis djela, da se štampa.

Kada se nalazimo pred djelom, koje otvara nove i dalekosežne vidike, više se pitanja postavlja: o izvorima i postanju djela, o svrsi, koja je lebdjela pred stvaraocem pri razvijanju teorije, o biti njenoj, o odzivu i tragovima njenim kod suvremenika i poslije. Poći ćemo tragovima Boškovićevima kroz ono razdoblje od trinaest godina, da u okviru jednog predavanja damo odgovor na ta pitanja.

Predavanje održano u Jugoslavenskoj akademiji znanosti i umjetnosti dne 15. X. 1958.

[1] To je naslov bečkog izdanja iz g. 1758. U mletačkom izdanju iz g. 1763. poredak riječi je izmijenjen: Theoria Philosophiae naturalis ... Citati će se odnositi na to izdanje.

[2] »casu quodam«; Th. Ph. nat. str. IV.

[3] »... quae in ipso primo inventionis aestu, & scriptionis fervore quodam, atque impetu se se obtulerunt«.; Th. Ph. nat. str. 297.

I

Počeci djela javljaju se u ono vrlo plodno doba Boškovićeva istraživalačkog rada, kada je preuzeo kao Publicus Matheseos Professor u Collegium Romanum predavanja matematičkih nauka. Od malih početaka, neočekivano i za samog Boškovića, razvila se originalna teorija i osnov velikoga djela. Neposredni poticaj dalo mu je pismo jednog poznanika, koji je želio, da u jednu njegovu publikaciju uđe i Boškovićev prilog.[4] Najprije je mislio, da jednostavno odgovori na pismo. »Pitanje se ticalo«, piše 24. rujna 1748. bratu Božu u Dubrovnik,[5] »nekih tvrdnja o beskonačnoj djeljivosti materije. U odgovoru ušao sam u svoje nedjeljive točke; nisam više bio gospodar sebe samog i ušao sam odmah u cijelu teoriju, o kojoj sam razmišljao više godina i o njoj raspravljao s gospodinom Marinom Sorkočevićem u Rijeci Dubrovačkoj. Pismo je prešlo šest listova, ali kako su mnoge stvari bile sažete, a bilo je sasvim malo primjena u fizici, dodao sam još umetke; zatim sam počeo iznova i, pošto sam ga ponovo napisao i drugi put uzeo u ruke i prepisao u čisto, pismo je prelazilo devet listova. Nije bilo nijedne slike, a htio sam učiniti i bilješke, da se bolje izjasnim. U njima sam vidio nevjerojatnu plodnost toga polja. Odgovor sam svršio u malo stranica i zamislio cijelo djelo. Vidio sam, da treba prethodno mnogo kazati o načelima nužnim za ispravno raspravljanje u fizici i da tu često treba različitih teorema iz mehanike. Počeo sam ih temeljito razrađivati na svoj način i uzevši građu počevši od najjednostavnijih definicija izvodio sam dalje, stvarajući elemente, koje sam konačno u čisto prepisao;

[4] U Th. Ph. nat. § 313 govori Bošković o teoremu o sastavljanju silâ, kojima međusobno djeluju tri mase, »quod toti Operi occasionem dedit«; v. i str. 297.

[5] Građa za život i rad Rudžera Boškovića, knj. I str. 135 i 136. Izd. Jugosl. akadem. znan. i umjet., Zagreb 1950. – U raspravi *De lumine II* § 54, izašloj g. 1748., kaže Bošković: »Sed ea omnia, & universam hanc theoriam nostram multo diligentius excolemus, & propugnabimus brevi longiore opere, in quo & totam infinitesimorum theoriam a sola exclusione saltus pendere, ostendemus, & praecipua mechanicae elementa proferemus nova methodo demonstrata.«

u tome imam različitih lijepih i važnih otkrića.« Ta je teorija bila, prema njegovu priznanju u *Uvodu* bečkog izdanja *Philosophiae Naturalis Theoria* predmet svakodnevnog njegova razmišljanja trinaest godina.

Žar stvaranja ga je zanio; 16. ožujka 1748. piše već bratu Baru u Italiju o svom »novom svijetu« i tim će nazivom češće označivati svoje djelo. U tom se pismu tuži i na neke teškoće, na koje je naišao.[6] »Moj novi svijet napreduje sporije, jer nije bilo onoga bujanja zanosa, a i stoga, što sam ušao u neke trnike, u koje nisam imao namjere da uđem, to jest u metafiziku geometrije, kako bih mogao dati sigurnu i točnu metodu za upotrebu beskonačno velikoga i beskonačno maloga i izložiti u njihovoj najživljoj svjetlosti tajne i bar prividne apsurdnosti, na koje se nailazi u apsolutno beskonačno velikom, ma da ono i nije moguće.[7] Što sam započeo s jednim sholijem zakona neprekinutosti, postao je cio jedan dio; od njega već imam šest listova sastavljenih, drugih šest rasporedanih, zamišljenih i potpuno dovedenih na čisto.«

Iste godine 23. travnja piše o tom djelu Božu:[8] » ... pa dovedem li, kako se nadam, do završetka djelo, na kome sada radim, mislim, da ću ustostručiti ono nešto ugleda, što ga imam u naučnom svijetu.« Tada nastavlja: »Stvar se produljuje više nego sam mislio.« Bojao se, što se opsega tiče, ne će li biti potrebna i dva sveska, kada je za samu primjenu u mehanici, zajedno s bilješkama, predviđao, da će prijeći dvjesta stranica u kvartu. Deset godina prije izdavanja u Beču razvio je bratu Božu cio raspored djela.[9] »Cijelo djelo imat će četiri dijela puna duboke geometrije i predgovor, u kome će biti pregled svega za one, koji nisu geometri. Prvi

[6] Građa, knj. I str. 136. – O beskonačno malim i beskonačno velikim veličinama izdao je Bošković g. 1741. raspravu *De natura, & usu infinitorum, & infinite parvorum*, a ta su razmatranja predmet i III. sv. njegova udžbenika *Elementa universae Matheseos* (1754). U IV. sv., koji nije izašao, namjeravao je da uđu i pitanja infinitezimalne analize, na koja aludira i u mjestu navedenom u 5) u Građi.

[7] V. Varićak, Matematički rad Boškovićev. Dio I. Rad Jugosl. akadem., knj. 181 str. 2, Zagreb 1910

[8] Građa I, str. 134

[9] Ibidem, str. 135

će dio raditi o pravilima filozofiranja ili principima dijelom metafizičkima, dijelom geometrijskima, gdje će biti mnogo visokih stvari o beskonačno velikom i metodama beskonačno malih veličina; drugi će sadržavati mehaniku izvedenu svu iz najjednostavnijih definicija metodom sasvim mojom, u kojoj sam također pošao dalje nego itko drugi s geometrijskom metodom. Treći će dio raditi o sastavu najmanjih dijelova materije, za koju tvrdim da ću pokazati pozitivno, da se ne proteže neprekinuto, nego da je tvore nedjeljive točke rasute u prostoru, koji je djeljiv u beskonačnost. Određujem sile, što su u tim točkama,[10] pa premda su sve slične, dokazujem geometrijskom strogošću neizmjernu raznoličnost, što se nalazi u različitim njihovim skupinama, koja nastaje samo od različita rasporeda njihova. Ovdje se nalazi cio osnov četvrtoga dijela, u kome dokazujem, kako se od tako sastavljenih čestica moraju stvarati mase, koje imaju ista opća svojstva naših tijela, a primjenjujem teoriju i na sto posebnih stvari, koje izlaze same od sebe.« Dodaje, da Predgovor sadržava povijest različitih hipoteza i filozofskih sekta i pojedinosti od ta četiri dijela. »Vidite«, piše dalje, »da je to djelo „di machina".«

Osnovne crte svoje teorije nedjeljivih točaka i jedinstvenog zakona silâ iznio je Bošković prvi put u štampi g. 1745. u raspravi *De viribus vivis,* zatim opširnije i u dotjeranijem obliku u drugom dijelu rasprave *De lumine,* izdane g. 1748., o kojoj piše 27. kolovoza te godine bratu Božu:[11] »Moj novi sustav u najvećem dijelu stoji u toj raspravi, koja se sada štampa«, a 24. rujna: »U drugoj (raspravi) je u glavnim crtama predočena cijela moja teorija od početka. U velikom djelu bit će samo malo više sadržaja u čisto fizičkoj građi, premda će biti mnogo više metafizike, geometrije i visokog računa.« Iste je godine izložio svoju teoriju i u raspravi *De materiae divisibilitate et principiis corporum,* izašloj u štampi

[10] »... le forze, di cui sono proveduti questi punti«

[11] »Il mio nuovo sistema in grandissima parte sta in questa dissertazione, che si stampa ora. L'opera più voluminosa sarà il lavoro di Camaldoli.« – Prema ispisu. Boškovićevih pisama iz ostavštine pok. dra. Branimira Truhelke. – Camaldoli je često mjesto Boškovićeva odmora.

tek g. 1757. u Memoriesopra la Fisica, e Istoria naturale di diversi valentuomini u Luki. U dalje razrađenom obliku predočio je svoju teoriju g. 1754. u djelu *De continuitatis lege,* g. 1755. u raspravi *De lege virium in Natura existentium,* a zatim u važnim svojim bilješkama prvom i kasnije trećem svesku djela prijatelja i rođaka Dubrovčanina Benedikta Staya *Philosophiae recentioris versibus traditae libri decem* (1755 i 1792). Drugi poslovi, napose velik trud oko mjerenja dvaju meridijanskih stupnjeva u Papinoj državi započet g. 1750., zaustavili su rad Boškovićev na njegovoj teoriji. U pismu bratu Božu od 22. svibnja 1753. odgovara na pitanje, da li ne misli više ništa da uradi sa »svojim sistemom«.[12] »Svakako ću to uraditi, prije nego prođu dvije godine.« U istom pismu javlja bratu, da je njegov sustav g. 1752. bio predmet javnog raspravljanja u Collegium Romanum, da prijatelj isusovac Benedetti predaje u Rimu fiziku prema njegovim shvaćanjima, a isto da je i u Mantovi. »Tako ide malo po malo šireći se«, dodaje Bošković, potvrđujući to i u *De continuitatis lege* (1754), kao i u Posveti djela *Philosophiae naturalis Theoria,* gdje navodi, da je talijanski profesori predaju, a da je prešla i u inozemstvo. Iz Luke piše Božu u Dubrovnik 17. svibnja 1756., da je u učenom društvu mogao govoriti o svom »općem sustavu fizike.«[13] Za vrijeme boravka u Parizu g. 1759/60. raspravljao je o svojim idejama s pariskim stručnjacima i književnicima, kako se razabira iz pisama iz Pariza bratu Baru.[14] Prijatelj Boškovićev Le Roy navodno je bio oduševljen njegovim fizičkim i metafizičkim idejama, da kani izdati na francuskom jedan kraći prikaz Boškovićeva djela, da će raspravljati o Boškovićevoj teoriji s Diderotom, jer je i Le Roy bio prijatelj enciklopedista.[15] Zna se, da je ono bilo prevedeno na francuski,[16] ali prijevod nije nikada izašao

[12] Izvor kao u 11)

[13] »Giovedì sono invitato da una compagnia di questi Signori eruditi, e che fanno spesso una sorte di Academia, a passare con essi una giornata in campagna, e parlare del mio sistema generale di Fisica.« Izvor kao u 11)

štampom. Boravak u Engleskoj g. 1760. dao je Boškoviću prilike da iznese pred stručnjacima svoje poglede na sastav materije. S Johnom Mitchelom, koji mu je pokazivao umjetno magnetiziranje čeličnih šipaka i razvijao teoriju o »molekularnim magnetima«, raspravljao je Bošković češće, stim više, što je i Mitchel bio mišljenja, da se u vrlo sitnim daljinama moraju javljati i odbojne sile.

Kada su poslovi republike Luke doveli Boškovića g. 1757. u Beč, radio je na svom djelu koliko mu je vrijeme dopuštalo. Potkraj siječnja, 21. I. 1758., piše bratu Baru, da će svršiti djelo prije odlaska iz Beča, a da će izaći odmah poslije odlaska; onih dana da je našao izvanredno elegantnih stvari.[17] Dalje javlja 30. siječnja, da se nada, da će djelo, na kome radi, »o svom novom svijetu«, biti dobro primljeno, da se nada, da će ga svršiti ili one sedmice ili na početku iduće.[18] Početkom veljače još uvijek piše Baru: »Ovih sam dana doista radio, a i sada radim strahovito, da završim prije odlaska započeto djelo, koje je postalo mnogo važnije nego sam mislio i sve sam više nalazio novih vrlo važnih stvari.«[19] Konačno ga je dovršio zadnji mjesec svog bečkog boravka, pošto se riješio diplomatske misije i čekao da prođe zima, da se poprave putovi i vrati u Italiju. Posvetu kardinalu i nadbiskupu bečkom Migazziju potpisao je 13. veljače 1758., a 18. veljače javlja bratu Baru, da je djelo završio, osim jednog općeg korolara na kraju, a štampat će se poslije nje-

[14] Građa, knj. II Zagreb 1957

[15] Ib., str. 108 i 196

[16] Život i ocjena djela Rugjera Josipa Boškovića. Rad Jugosl. akadem., knj. 87, 88, 90 str. 313, Zagreb 1887-8

[17] »Io fò un' operetta, che sara finita prima della mia partenza sul mio sistema, e uscirà subito dopo: vi è più, che in alcun altro luogo fin'ora, ed ho trovate anche in questa settimana delle cose straordinariamente eleganti, che la renderanno molto più commendabile. Sara dedicata a M. Arcivescovo.« – Izvor kao u 11)

[18] V. Varićak, Ulomak Boškovićeve korespondencije. Rad Jugosl. akadem., knj. 185 str. CLXI. Zagreb 1911

[19] Ib., str. CLXII

gova odlaska iz Beča; potvrđuje to i u pismu od 20. veljače.[20] 22. kolovoza 1758. saopćuje Božu, da je štampanje djela dovršeno i da se prvi primjerci šalju brojnim Boškovićevim zaštitnicima i prijateljima u Beču, a 26. rujna, da je primio prvi primjerak, a jedan da će poslati i bratu u Dubrovnik, kada dobije drugi.[21] Da li je naklada bila malena ili potražnja velika, nemamo svjedočanstva, tek 21. studenoga 1758. piše Božu, da su u Beču razgrabljeni svi primjerci, da se djelo moralo nanovo štampati, a i u Mlecima da će doskora izaći.[22] Uistinu, poznati štampar Giambattista Remondini, koji će g. 1785. izdati i Boškovićeva *Opera pertinentia ad Opticam et Astronomiam* u Bassanu, dobio je dopuštenje, da ga štampa u Mlecima. Djelo je prošlo ondje cenzuru u rujnu 1758., ali izašlo je tek g. 1763. s ispravcima Boškovićevima i pod njegovim nadzorom, jer s bečkim izdanjem nije bio zadovoljan.[23]

[20] »Ho finita la mia opera, mancandomi solo un corollario generale al fine, e spero, che in essa farà grande comparsa il Mondo nuovo. Si stamperà quì dopo la mia partenza, essendo dedicata all Arcivescovo«. – Izvor kao u 11)

[21] »A Vienna lasciai un'opera in quarto da stampare, in cui vi è il mio sistema di Fisica trattato compatimente: è dedicato all'Arcivescovo di Vienna: in questa settimana mi scrivono, che era terminata la stampa, e stavano per distribuirsi gli esemplari a que' tanti miei buoni padroni, che ho ivi.« – »Jeri ebbi con un Corriere da Vienna un esemplare del mio libro stampato ivi, di cui mi devono venire varj esemplari per acqua. Se questi mi arrivano, come spero, a salvamento, vene manderò una copia. – Izvor kao u 11)

[22] »Da Ancona vi è stato mandato il mio libro di Vienna, e forsi mentre io scrivo vi sarà giunto; ... Spero, che questo libro aurà grande incontro. A Vienna ne è stata fatta la ristampa esitate subito tutte le copie, e a Venezia si stamperà presto: doveva essere gia ristampato, se lo stampatore non aveva una nuova urgenza improvisa. – Izvor kao u 11)

[23] V. Varićak je raspravio pitanje izdanja Boškovićeve *Teorije* u radu »U povodu državnog izdanja Boškovićeva djela »Theoria philosophiae naturalis«, Rad Jugosl. akadem. knj. 230, str. 197 i d., Zagreb 1925, i došao do rezultata, da je to djelo u Beču štampano dva puta i da se izdanje iz g. 1759. razlikuje od onoga iz g. 1758. samo drugim rasporedom dodataka, a tekst da je isti. Iz toga mjesta u Boškovićevu pismu razabira se, što je na stvari. Sâm Bošković spominje u bilješci trećem svesku Staya str. 397 samo izdanje iz g. 1758. i »ponovno« izdanje u Mlecima iz g. 1763.

II

Uočimo li naslov Boškovićeva djela, kome je predmet prirodna filozofija, pitamo se, ma i stojeći pod dojmom skladnosti cjeline, logičkih veza izvoda i novim pogledima, gdje su izvori Boškovićeve teorije. Jer znamo, da ni za postanje novih teorija, bile one originalne i smjele, ne postoji g e n e r a t i o s p o n t a n e a. Bošković sâm više puta i otvoreno ističe ishodište svojih razmišljanja o sastavu materije. To su u prvom redu Newtonove ideje, izražene, ne u djelu *Philosophiae naturalis Principia mathematica,* nego u njegovoj *Optici,*[24] napose u posljednjem, trideset i prvom od onih znamenitih *Pitanja,* u kome je sadržano toliko Newtonovih spekulacija o sastavu materije i o kemiji u vezi s privlačnim i odbojnim silama, da je na primjer S. I. Vavilov g. 1946. u predavanju održanom u Londonu o tristagodišnjici Newtonova rođenja mogao opširno govoriti o Newtonovoj atomskoj teoriji.[25] Za nas je važno ono mjesto u tim razmatranjima, gdje Newton izražava uvjerenje, da će napredak u prirodnoj filozofiji[26] biti stim veći, što se dođe do manjeg broja općih principa, koji oblikuju stvari, ma da im i ne znamo uzroka. Evo što kaže Newton: »Izvesti iz pojava u prirodi dva ili tri opća principa gibanja i zatim protumačiti, na koji način izlaze svojstva i djelovanja svih tjelesnih stvari iz neskrovitih tih principa, bio bi uistinu velik napredak u filozofiji, ma ne bili još ni poznati uzroci tih principa.«[27] Newton je postavio kao tri takva »principia actuosa« uzrok gravitacije.

[24] *Optice* sive de Reflexionibus, Refractionibus, Inflexionibus & Coloribus *Lucis,* libri tres. Authore Isaaco Newton, Equite Aurato. Latine reddidit Samuel Clarke, S. T. P. Editio Secunda, auctior. Londini 1719.

[25] S. I. V a v i l o v, Newton and the Atomic Theory. Newton Tercentenary Celebration. Cambridge 1947, The University Press.

[26] U 28. Pitanju, str. 372, Newton ovako definira predmet Prirodne filozofije: »Jer, naprotiv, to je uistinu glavni zadatak (officium) i svrha prirodne filozofije, da iz pojava, bez izmišljenih hipoteza, razložno raspravljamo (arguamus) i od učinaka zaključivanjem (ratiocinatione) napredujemo k uzrocima, ...«

[27] 31. Pitanje, str. 409; naglasak je na izrazu »neskrovitih« (manifestis) za razliku od svojstava »tajnih« (qualitates occultae).

fermentacije i koherencije tijelâ.[28] U drugu ruku, Bošković je našao u Newtona i ideju, da uz privlačne sile među elementima materije treba u vrlo malim međusobnim daljinama uvesti i odbojne, stime, kako kaže Newton, da »kao u algebri, gdje se poništavaju pozitivne veličine i prestaju, ondje počinju negativne, tako u mehanici, gdje prestaje privlačenje, mora slijediti sila, koja odbija.«[29] To su oni »neki tragovi i kao prvo sjeme« njegove teorije, o kojima govori u svojoj raspravi *De Lumine* II § 57.[30] Uopće se razabira, da duh tih zadnjih *Pitanja* iz *Optike* prožima mnoga Boškovićeva razmišljanja u prirodnoj filozofiji, a ne samo u pitanju privlačnih i odbojnih sila. Niz Boškovićevih slučajeva i primjera slučajevi su i primjeri Newtonovi; protkanosti Newtonova teksta transcendentnim razmatranjima, što se više približuje kraju svojih istraživanja u *Optici,* odgovara srodno pozivanje na transcendentne principe u Boškovića.

Newtonov postulat malog broja osnovnih principa zajedno s izmjenjivanjem privlačnih i odbojnih sila, kada se međusobne daljine elemenata materije mijenjaju, potakli su Boškovića, kako više puta izjavljuje,[31] na sve dalju analizu, da napokon dođe do mnogo veće jednostavnosti i jednolikosti u prirodi od one, koju je Newton tražio, ali i do zaključaka mnogo drukčijih, pa i sasvim oprečnih. »Došao sam naime«, kaže Bošković,[32] »do jednog jedinog zakona silâ, koje zavise o daljinama; one su odbojne i rastu u beskonačnost, kada se

[28] Newton, str. 409, ih ne smatra kao »qualitates occultae« nego kao *universales* naturae *leges* quibus res ipsae sunt formatae. Quippe principia quidem talia revera existere, ostendunt phaenomena naturae; licet ipsorum causae quae sint, nondum fuerit explicatum.« – Prvotni nacrt Boškovićeva djela predviđao je, kako se vidjelo, i neka raspravljanja o principima zaključivanja u prirodnoj filozofiji. U taj okvir idu Boškovićeva izlaganja o indukciji, koja su ušla u *Philosophiae naturalis Theoria* § 40, o jednostavnosti i sličnosti u prirodi i više drugih, možda sličnih onima, koja Newton razvija u 31. Pitanju (str. 412 i d.) o analitičkoj i sintetičkoj metodi u izgradnji prirodne filozofije.

[29] 31. Pitanje, str. 402

[30] »... vestigia quaedam, & prima veluti semina theoriae nostrae.« U § 56 iste rasprave, gdje govori o 31. Pitanju *Optike,* kaže o Newtonu: »... ubi simul nobis theoriae hujus nostrae universae occasionem dedit.« Slično i u bilješci ad Stay III str. 397

daljine umanjuju bez kraja, rastu, kada se daljine uvećaju, tada se poništavaju, prelaze u privlačne sile, koje rastu, a zatim se opet umanjuju, poništavaju, prelazeći ponovo u negativne sile, i to naizmjence i vrlo mnogo puta, dok napokon u većim daljinama, koje padaju u dohvat ćutila, postoji privlačenje, koje u početku jako raste, tada opada obrnuto razmjerno s kvadratom daljine.«

Premda je i Boškovićeva ishodišna točka bila pripuštanje i odbojnih silâ uz privlačne, kao i ona analogija s algebrom, Bošković ističe vrlo veliku razliku i upravo oprečnost njegovih rezultata i Newtonovih. U Newtona, veli,[33] javlja se najveća privlačna sila u dodiru čestica, dakle sasvim protivno od Boškovićevih zaključaka; Newtonove osnovne čestice savršeno su krute i tvrde; dalje, tvrdoća, neproničnost, protezanje tijelâ i slična svojstva smatraju se kao prvotna svojstva materije, koja ne zavise ni među sobom ni o jednom zajedničkom principu; napokon gravitaciju, fermentaciju i koheziju dijelova uzima Newton kao najopćenitije uzroke promjena, a ne tumači ni uzrok njihov ni vezu niti pokazuje, da izlaze iz jednog zajedničkog principa. Nasuprot tome, Bošković je u svojoj teoriji mogao predočiti kao posljedicu jednog jedinog zakona silâ, predočenog krivuljom »u sebi jednostavnom«, ne samo ona tri Newtonova principa, nego izvesti neproničnost i neprotežnost elemenata materije, kao i »ostala opća svojstva tijelâ i mnogo posebnih«. Bošković se ponosi time; jer kakav je to napredak bio sa gledišta Newtonove prirodne filozofije! Smatrao je, da je daleko premašio ono, što je Newton ostavio u amanet svojim sljedbenicima.

III

Ali prije izlaganja druge struje, koja je natapala široko polje Boškovićevih razmišljanja, treba jasno uočiti još dva

[31] Još i u bilješci ad Stay III str. 412 navodi se: »Et quidem ipse etiam sponte fateor, me ex consideratione eorum, quae Newtonus proposuit, devenisse ad meam theoriam ...«

[32] Ad Stay III str. 397/8

[33] *De lumine* II, § 57

vrlo opća principa u njegovu filozofijskom razmatranju prirode, na koje se on kao na čvrst oslonac stalno upire na putu u svoj »novi svijet«, a to su *simplicitas et analogia Naturae.* J e d n o s t a v n o s t i s l i č n o s t u p r i r o d i! Vrlo je razumljiv taj desideratum u dubljem izučavanju prirode i u skladu s osnovnim nastojanjima nauke u svim vremenima na putu u nova područja. I Newton proglašuje u istom onom trideset i prvom Pitanju *Optike:* »Jer priroda je vrlo slična u sebi i suglasna sa sobom.«[34] I Newton je očekivao, kao posljedicu ostvarenja svojih ideja, »da će sveukupna priroda biti veoma jednostavna i u sebi slična, izvodeći naime sva gibanja nebeskih tijela privlačenjem gravitacije, uzajmičnim među svim onim tijelima, a gotovo sva manja gibanja njihovih čestica drugom nekom silom privlačnom i odbojnom, uzajmičnom među onim česticama.«[35] I danas lebde i bliješte ta dva principa, nažalost često kao fantomi, a kadšto i kao fata morgana, pred istraživačima, kada se probijaju kroz guštu eksperimentalnih i teoretskih rezultata današnjih teorija o sastavu materije do jasnijih, preglednijih i općenitijih pogleda.

Bošković se stoga vrlo trudi, da tu jednostavnost i sličnost učini što prihvatljivijom. Što se tiče sličnosti u prirodi, kao i jednostavnosti, jer Bošković ih zajedno spominje, ističe on, protivno od sljedbenika Leibnizovih, koji su smatrali nemogućim, da u prirodi postoje dvije sasvim slične stvari, da nas pažljivo promatranje u njoj prije navodi na uvjerenje o pokušajima (conatus, nisus) prirode za ostvarenjem sličnosti nego na protivno. U tom smislu navodi kao primjere stalne oblike u biljnom i životinjskom carstvu, a osobito stalne oblike kristala, svojstva homogenih zrakâ svjetlosti, izvanredno podudaranje (conformitas) svih dijelova nama poznate

[34] »Etenim natura valde consimilis & consentanea est sibi.« – 31. Pitanje, str. 380

[35] » ... jam natura universa valde erit simplex & consimilis sui: Perficiens nimirum omnes *corporum coelestium* motus, attractione gravitatis, quae est mutua inter corpora illa omnia; & minores fere omnes *particularum suarum* motus, alia aliqua vi attrahente & repellente, quae est inter particulas illas mutua.« – 31. Pitanje, str. 404

materije u zakonu općeg privlačenja. U drugu ruku, što se dalje ide, na primjer u kemijskoj analizi, da sve više nestaje raznoličnosti, a javlja se jednostavnost i homogenost prvih elemenata. Razlike prema strogoj sličnosti, na primjer među listovima na drveću iste vrste i uopće među sastavljenim stvarima, potječu prije od različitoga kombiniranja elemenata nego od razlike samih elemenata, pričem dolazi u obzir utjecaj vanjskih prilika i zapreke pri stvaranju točne sličnosti.[36]

IV

Drugi je putokaz u razvoju Boškovićeva stvaranja *lex continuitatis*, zakon neprekinutosti. On je okvir Boškovićeva shvaćanja o događanjima u prirodi i podloga dokazivanja u izvodima. On ga smatra ishodišnom točkom svoje teorije.[37] Bošković spominje, da ga je formulirao Leibniz g. 1687., ma da se nije poslužio tim nazivom, i primijenio ga u diskusijama protiv zakona gibanja Descartovih pristaša; mnoge pristaše Leibnizove da su ga dalje razvijali i primjenjivali. Bošković preuzima geslo sljedbenika Leibnizovih: *»Nihil in Natura per saltum fieri«* (ništa se u prirodi ne događa skokom).[38] Uvećava li se ili umanjuje bilo koja količina, kaže Bošković, razlažući smisao toga, ne prelazi ona od jedne veličine na drugu bez prelaženja svih veličina među njima. O toj *lex continuitatis* mnogo se raspravljalo u 17. i 18. stoljeću. Iz Boškovićevih se spisa razabira odjek žestokih rasprava među pristašama Descartovih mehaničkih shvaćanja i sljedbenicima Newtonove prirodne filozofije oko »postanja gibanja«, među tvrdnjama Kartezijaca, da se gibanje tijela može promijeniti samo neposrednim izravnim udarom (impetus) i Newtonovcima, koji su isti pojav shvaćali tzv. djelovanjem silâ u daljinu.

[36] Ad Stay III str. 388 i d.
[37] »... reliquum est, ut ... aperiamus Theoriae nostrae ortum, ...« – *De continuitatis lege* § 158
[38] *De viribus vivis* § 45.; *De lumine* II § 41

Boškoviću se nadala prilika da uđe u taj predmet u vezi s problemom sraza tijela u već spomenutoj raspravi iz god. 1745. *De viribus vivis*. »A kada sam stvar dulje vremena i najpomnije razmatrao«, kaže Bošković,[39] »došlo mi je na um to: obazremo li se na sličnost i jednostavnost u prirodi, nema promjene gibanja, koja bi nastala udarom, nego uvijek silama, koje djeluju u neku daljinu.« Kod toga se u tom prvom opravdavanju zakona neprekinutosti poziva i na prije navedeno mišljenje o isključenju skoka u događajima u prirodi, ali i na vladanje geometrijskih krivulja, kojih je neprekinutosti posvetio mnoga razmatranja,[40] kao i na prilike kod algebarskih izraza, u kojima se promjene događaju tako, da se nijedna međuvrijednost ne preskače. Protiv tog principa – kaže – ne govori nijedno iskustvo, a mnogo njih nas očevidno na nj navodi, dodajući: »ukoliko je dopušteno sjetilima dokučiti.«[41]

Zbog mogućih ili i učinjenih prigovora uvodi Bošković princip neprekinutosti vrlo oprezno. U *De continuitatis lege* § 5 (1754) razlaže slijed koraka, kojima će ga uvesti. Najprije će ga tako izložiti, da se ne će moći ništa naći, što ne bi bilo u skladu bilo sa samim principom, bilo s ispravnim zaključivanjem (recta ratio), kada bude pravo shvaćen. Bošković to ističe, jer je jedan od prigovora njegovoj teoriji bio, da zakon neprekinutosti sadržava protivurječnost. Odatle da će slijediti njegova mogućnost, a kada ta bude utvrđena, da će dalje napredovati i kušati dokazati njegovo postojanje u prirodi. Leibnizove pristaše – kaže – kušali su utvrditi vrijednost zakona neprekinutosti u prirodi pomoću principa dovoljnog razloga (ratio sufficiens), ali Bošković ističe, da je on već u raspravi *De maris aestu* (1747) pokazao, da se tim principom ne može ništa ni odrediti, a još manje dokazati, gledište, što ga je Bošković uvijek uporno zadržao.

Bošković utvrđuje *lex continuitatis*, kako kaže, u jednu ruku a posteriori, t. j. pozivajući se na vrlo obilnu in-

[39] § 41
[40] Na primjer u *De continuitatis lege* i u III. sv. *Elementa universae Matheseos*
[41] *De viribus vivis* § 45

dukciju,[42] pričem razvija egzaktno tu osnovnu metodu prirodnih nauka i upućuje na vrlo velik njen domašaj pri istraživanju općih zakona u prirodi, a zatim načinom dokazivanja, koji on zove a priori i metafizičkim, a dodao ga je tek poslije u raspravi *De continuitatis lege,* koji izlazi na utvrđivanje neprekinutosti definicijom u duhu Aristotelova pojma neprekinutosti,[43] koji je u biti onaj, kojim se i danas služimo u smislu teorije prereza.

V

Primjenjujući *lex continuitatis* na pitanje postanja gibanja, tvrdili su pristaše Leibnizove, da brzina gibanja ne može ni nastati ni poništiti se u jedan čas i da od jednog stupnja brzine tijelo prelazi na drugi prolazeći svima vrijednostima među njima. I stoga napose kod sraza dvaju tijela izlazi prema lajbnicovcima, da ne može biti časovite promjene brzine. Oni stoga isključuju kruta tijela i dopuštaju samo elastična i meka. U analizi tog pojava Bošković udara drugim putem; za nj se mijenjanje brzine mora početi, prije nego površine tijelâ dođu u dodir, kako bi se razlika brzina pomalo ugušila. Iz toga Bošković zaključuje, da tijela ne mogu doći pri srazu u neposredni dodir u matematičkom smislu, nego, kada budu već vrlo blizu, »odbijat će ih neprestano neka odbojna sila, tako da se brzina pomalo uguši prije dodira.« Ali to dalje traži, da jakost one odbojne sile raste, u matematičkom smislu, preko svake granice, kako se daljine neprestano umanjuju. Pozivajući se i sada na sličnost u prirodi i držeći se načela *Nihil in Natura per saltum fieri,* isključuje dakle Bošković kod sraza tijela matematički dodir, a kao posljedica izlazi »ispravnim zaključivanjem« rezultat, da među »česticama« tijela u vrlo malim međusobnim daljinama treba uvesti odbojne sile, koje postaju sve jače, i koje teže u beskonačnost, kada međusobna daljina čestica teži nuli.[44] Evo

[42] *De continuitatis lege* § 134; Th. Ph. nat. § 40
[43] U bilješkama ad Stay III str. 413
[44] *De viribus vivis* § 47, 49

prvog osnovnog i sasvim novog zaključka Boškovićeva za vladanje čestica u vrlo malim daljinama, sasvim protivnog shvaćanju Newtonovu. U većim daljinama mora sila, koja djeluje među česticama, biti privlačna, kako izlazi iz Newtonova zakona općeg privlačenja. Ali, zaključuje dalje Bošković, privlačna sila mora se očitovati već i prije, dakle i u malim međusobnim daljinama, kako izlazi iz poznatih svojstava kohezije tijela; kada bi naime ta sila bila uvijek odbojna, udaljivale bi se čestice tijela sve više, a tijelo bi se raspršilo.

Dalji zaključak izlazi opet iz zakona neprekinutosti. Na međi područja odbojnih i privlačnih sila moraju postojati točke, koje ta područja rastavljaju, a u kojima sila nije ni odbojna ni privlačna, nego ima vrijednost nulu. Postojanje tih točaka, koje su nužna posljedica neprekinutog prijelaza odbojne sile na privlačnu ili obrnuto, osnovna je i odlučna okolnost za dalji razvoj te teorije. Čut ćemo, na primjer, da prema Boškoviću dijelovi tijela ne mogu na drugi način imati svojstvo kohezije, nego što se nalaze upravo u tim međama među odbojnim i privlačnim silama. Ali takvih međa, zaključuje Bošković, mora svakako biti više.[45] Na to upućuju na primjer pojavi u vezi sa stvaranjem para. U početku naime nije bilo među česticama vode odbojnih sila, nego je radi kohezije među njima djelovala privlačna sila; odbojna se sila javila tek pri stvaranju pare. Uzme li se dakle u obzir najprije ona odbojna sila, koja vlada među česticama u neposrednoj blizini i priječi im da ne dođu među sobom po volji blizu, vidi se, da poslije te odbojne sile mora dolaziti u nekim još vrlo malim međusobnim daljinama privlačenje, a tada opet odbojna sila, koja se očituje u stvaranju pare, da se na krajù u većim, zamjetljivim daljinama javi opet privlačna sila općeg Newtonova zakona privlačenja. Dalje govore napose za to i svojstva tvari poput voska ili gline, koji se mogu na različite načine i ponovo komprimirati, a ipak zadržavaju i u novim oblicima, s novim daljinama čestica, ravnotežu dijelova, jer su im čestice, prema Boškoviću,

[45] Na primjer Th. Ph. nat. § 79

zauzele nove međe kohezije među dva područja oprečnih sila. U potvrdu svoga načina shvaćanja navodi Bošković i pojav emisije svjetlosti, gdje se očituju prema njegovoj teoriji velike odbojne sile poslije privlačnih. U velikim planetskim daljinama, kako je rečeno, javlja se opet privlačna sila gravitacije. Iz postojanja tih međa i neograničene raznoličnosti u jakosti privlačnih i odbojnih sila izvodi Bošković »sva opća svojstva tijela, kao i velik dio posebnih.«

Pošto je utvrdio te osnovne crte svoga zakona silâ za međusobno djelovanje jedne čestice materije na drugu, vodi ga opet načelo sličnosti i jednolikosti u prirodi do proširenja tog zakona na sve točke materije i na bilo koje daljine, kako će se vidjeti dalje.

VI

Mnogo je Boškoviću bilo stalo do toga, da se stvaranje njegova »novog svijeta« ne shvati samo »kao vruća težnja da uvede nešto posve novo« (quidam innovandi ardor), nego da ga je pri tome vodilo samo promatranje prirode.[46] Pa i u Posveti svoje *Philosophiae Naturalis Theoria* ponovo ističe, da nije crpao odavle i odanle stvari po volji odabrane u nastojanju, da ih uskladi i bilo kako složi i udruži, »nego napustivši svaku predrasudu, pošavši od principa nepokolebljivih, a zapravo i opće prihvaćenih, služeći se zakonitim zaključivanjem i suvislim vezom zaključaka došao sam do jednog jedinog, jednostavnog, neprekinutog zakona silâ, koje postoje u Prirodi ...«.[47] Polazeći od principa neprekinutosti, pa sličnosti i jednostavnosti, uvijek napose ističe, počevši od prve publikacije o svojoj teoriji u g. 1745., kako sve dalje posljedice izlaze »izravnim zaključivanjem« (directa ratiocinatione), »bez naročita truda« (nullo sane negotio), kao »od sebe« (sponte) i »očevidno«. Brani se više puta od toga, da se njegova teorija nazove »samovoljnom hipotezom« (hypothesis

[46] *De lumine* II § 40
[47] Th. Ph. nat. str. X

arbitraria),[48] pa tako i u svojim bilješkama trećoj knjizi Stayeva djela, na kojima je sve do pred smrt radio. Smatra naprotiv, da je jaka strana i »maxima autoritas«[49] njegove teorije onaj veliki sklad i podudaranje izravnih njenih posljedica s pojavama u prirodi. Treba priznati Boškoviću, što više puta i ističe, da je točno i prozirno izložio cijelu analizu, koja ga je od polaznih položaja dovela nužnim i spontanim spletom zaključaka do njegova zakona silâ u prirodi.

Kako god se ponosio osobito obilatom »žetvom« svoje teorije i ma kako ga stvaralačko ključanje ideja držalo u stanju visoka zanosa, Bošković ne odstupa od strogosti svojih izvoda. Kritičnost ga prati pri stvaranju, a logičko školovanje, plod matematičkog i skolastičkog odgoja, čuvaju ga, da se, i uz prirođeni »impetus« kod rada, bujanje iznalazačke fantazije ne razlije preko oštro ocrtanih ograda razložnog zaključivanja. Ipak, zadivljen bogatstvom perspektiva, koje se otvaralo novom teorijom, ne može da ne usklikne u *De viribus vivis* § 49: »A čudesno je, kako je ta misao o česticama materije osobito zgodna za tumačenje mnogih pojava u tijelima; zadivljuje, kakav li urod vrlo teških problema iz toga niče, na kojima se i viša geometrija i analiza neka okušaju. Zasulo nas je mnoštvo i veličina stvari, koje se, nadaleko rasprostrte po sveukupnoj pridodi, ne mogu staviti u tako uske granice jedne male rasprave.«

VII

Polazeći od zakona neprekinutosti kao osnova i od onih vrlo općih principa, za koje je držao da izlaze iz dubljeg razmatranja prirode, dalji je postupak Boškovićev ovaj: deduktivnim putem izvesti posljedice i isporediti ih s opažanim pojavama. Mnogo se Bošković trudio oko »probatio«, oko dokazivanja tvrdnja svoje teorije, nastojeći da jasnim postuliranjem izlaznih postavaka, koje također gleda da

[48] Na primjer u *De continuitatis lege* § 2; Th. Ph. nat. str. XI
[49] *De lumine* II § 40

utvrdi, a dalje vođen logički strogim postupcima, bude bez prigovora i sa strane formalnog logičkog postupka i time među drugim odbije i oštrice strelica, što su na nj padale u dobrohotnim kritikama, ali i u napadajima. Za nas ta »probatio«, za koju je bio uvjeren da je pozitivna, izravna i jaka, nije tako važna, kako je bila za Boškovića. Gledanje na bit fizičkih teorija, napose od početka dvadesetog stoljeća, promijenilo se sasvim. Teorija se prema Poincaréu podiže kao građevina: nanosi se građa i podižu skele, koje drže gradnju. Opravdanje za izbor nekog tipa skela nosi često oznaku ličnosti, vezanosti s vremenom i okolišem, pa i slučajnosti. Ali kad je gradnja dovršena i skele skinute, sa svim, što je na njima bilo jednodnevno, dogovorno, slučajno, a možda i protivurječno, ostaje samo utisak, što ga čini zgrada u sebi. I kod Boškovića zanima nas u prvom redu njegov zakon sila sâm u sebi i slika materijalnog svijeta te djelovanja i učinaka u njemu, koji iz tog zakona izlaze.

Stanimo za čas kod Boškovićevih izlaganja o pojmu sile. Često se on vraća na to pitanje, jer mu je nastojanje, da se riješi različitih prigovora, koji su tada bili još uviiek vrlo jaki. Sjetimo se, da se njegova teorija silâ u prirodi razvija oko sredine osamnaestoga stoljeća, kada Newtonova teorija svemirskog privlačenja tek pomalo prodire na kopno, da je u parisku Akademiju nauka ušla tek g. 1732. zaslugom Maupertuisa, da je napose pojam actio in distans izazvao žive kritike i protivljenja.

Za Boškovića pojam »sila« (vis), koja dieluje među dva elementa materiie, označuje samo »određenje« (determinatio), »težnju« (propensio), koje imaju dva elementa, a koje ih »potiče da se međusobno približuju ili udaljuju« prema tome, da li je »sila« privlačna ili odbojna, ili »koje u njima stvara brzinu u smislu njihove spojnice ili u protivnom smislu, pa te sile zovemo u prvom slučaju privlačnima, u drugom odbojnima«.[50] U istom smislu, samo opširnije, opi-

[50] *De lumine* II § 4. Isti taj izraz »determinatio« ulazi i u definiciju pojma »vis inertiae«, koja je »determinatio« tijela da ustraje u stanju mirovanja ili jednolikoga gibanja u pravcu, dok ga kakva izvanja sila ne prisili, da to stanje promijeni. Takvu silu zove Bošković »vis activa«

suje Bošković djelovanje sile, i opet riječima, pa stoga približno i u bilješci trećem svesku Stayeva djela, dakle dugo poslije, ovako:[51] »Tako će bilo koja sila, koja odgovara odnosu daljine te točke od bilo koje druge, izvesti u bilo kojem vrlo kratkom vremenu (tempusculum) brzinu razmjernu sa sobom i s onim vrlo kratkim vremenom u smjeru, koji ide prema toj točki ili na protivnu stranu. Sve takve brzine, nastale u ono vrlo kratko vrijeme, a koje odgovaraju odnosima, što ih ta točka ima sa svima ostalima točkama u svemiru, sastavit će se u jednu jedinu prema općem zakonu za sastavljanje sila, a ta ista sila sastavljanjem s brzinom, koju ima točka u početku onog kratkog vremena, nastalu od svih predašnjih sila, odredit će gibanje, koje se mora izvršiti u onom vrlo kratkom vremenu. Na taj će način biti određena sva ostala gibanja do vijeka vjekova, i tako će sva Priroda, koja zavisi o gibanjima, daljinama, položajima, brzinama svih točaka, biti određena samo brojem točaka te položajem, smjerom i brzinom gibanja, što su ih pojedine primile u času stvaranja, i onim jedinim zakonom silâ, što određuju promjene, pa će tako uključivati i silu ustrajnosti i sve ostale djelatne sile (vires activas), koje određuju sve pojave«.

U fizičke uzroke one »determinacije« Bošković ne ulazi, kao što nije ulazio ni Newton.[52] Svakako Bošković ne želi, da se shvati, kao da on pretpostavlja neko »fizičko djelovanje«

(Stay I str. 57 i 60). U *De lumine* II § 43 označuje »vis« kao uzrok promjene brzine. U bilješkama ad Stay I str. 62 i 318 te na primjer u Th. Ph. nat. § 315, 316, 317 razlikuje Bošković »vis motrix« i »vis acceleratrix«. Prva je »sila« prema definiciji Newtonovoj, produkt mase i akceleracije, druga je naprosto akceleracija. Tako je težina (pondus) vis motrix, a »gravitas« vis acceleratrix. Bošković se služi dalje i izrazom »potentia« u smislu uzroka, koji izvodi gibanje, ubrzanje, usporenje i zakrivljenost, a njegovu »actio« označuje izrazom »vis«. U bilješci ad Stay I str. 318 govori napose o »vires activae potentiarum«, a slično i u Th. Ph. nat. na primjer u § 16.

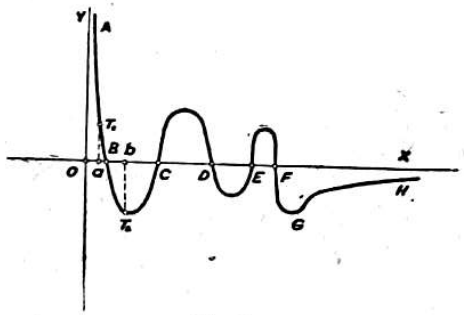
[51] Ad Stay III str. 465/6

[52] »Hanc vocem *attractionis* ita hic accipi velim, ut in universum solummodo vim aliquam significare intelligatur, qua corpora ad se mutuo tendant; cuicunque demum causae attribuenda sit illa vis.« Vidi Newton, *Optice*, Pitanje 31.

čestice na česticu u daljinu, dakle »actio in distans«; važno mu je samo ono određeno nastojanje za približavanje ili udaljivanje.[53] Da izbjegne svako »fizičko djelovanje u daljinu«, Bošković daje u *De Lumine* II, § 54 svojim silama pače ovo značenje: »Ako li je u pridodi čestica, da se međusobno približuju ili međusobno udaljuju prema različitoj daljini, djelovat će bilo koja točka na sebe samu, a bilo koja druga točka bit će samo prilika, koja će odrediti iznos i smjer sile.« Da je prisutnost druge točke samo povod, da se javlja sila, zvuči vrlo dobro; teže je s prvim dijelom tog tumačenja, da točka djeluje na sebe samu, bar s fizičkog gledišta. S matematičke strane tvrdnja je jasnija: odnos među dvije točke ima svojstvo refleksivnosti.

VIII

Da se zorno uoče svojstva njegova zakona sila, predočuje ga Bošković krivuljom, za koju sâm kaže, da je mnogi već nazivaju »Boškovićevom«.[54] U tu svrhu uvodi koordinatni sustav (sl. 1), u čije ishodište O stavlja jedan »element« ma-



Sl. 1.

[53] »non quod aliquam physicam actionem ponamus particulae distantis in distantem, sed ut hisce vocabulis exprimamus determinationem illam, ..., qua particulae ad se invicem conentur accedere, vel a se invicem conentur recedere; quaecunque ... sit causa physica ejus conatus.« – *De viribus vivis* § 50. – U *De continuitatis lege* § 163 kaže se slično: »Ea autem determinatio sine actione in distans ...«. – I u *Dodacima* I-om sv. Stava str. 315 govori Bošković: »Ad mutuas sive accedendi, sive recedendi vires, quae attractivae dicantur, vel repulsivae, nulla est necessitas actionis physicae in distans.«

[54] Ad Stay III str. 438

terije, a drugi se nalazi na osi apscisa X, na primjer u daljini Ob. Ordinate iznad osi X predočuju odbojne sile, ispod osi privlačne. Na točku u daljini Oa djeluje dakle odbojna sila jakosti aT_1, u točki b privlačna sila jakosti bT_2. Prema osnovnom Boškovićevu rezultatu, kojim se isključuje dodir dvaju elemenata, raste odbojna sila u beskonačnost, kada se daljina Oa umanjuje i teži nuli. Krivulja silâ ima dakle u ishodištu asimptotsku granu ATB. Oblik te asimptotske grane mora imati svojstvo, da ploština omeđena intervalom OB, pozitivnom osi ordinata i asimptotskom granom bude beskonačno velika. Jer označi li se sa S sila, sa s daljina mjerena od O na osi X, s v brzina, s a akceleracija, bit će diferencijal ploštine omeđene krivuljom silâ Sds, a kako je po zakonu mehanike sila proporcionalna s akceleracijom $a = \frac{dv}{dt}$, bit će Sds proporcionalno $s \frac{dv}{dt} ds = \frac{ds}{dt} dv = vdv = d \frac{1}{2} v^2$, dakle tražena ploština jednaka $\frac{1}{2}(v_B^2 - v_O^2)$. Da se poništе i brzine povolji velike, mora sila S biti takva, da ona ploština bude povolji velika.

Kako daljina raste, jakost odbojne sile opada. Za promjene sile s daljinom uzima Bošković da su neprekinute, tako da je njegov zakon silâ predočen neprekinutom krivuljom. Kako se prijelaz od odbojne sile na privlačnu vrši neprekinuto, siječe krivulja sile os X u točki B, u kojoj sila ima vrijednost nulu. Za veće daljine sila je privlačna te raste od B dalje do neke najveće vrijednosti, da dalje opada i poništava se u točki C. Poslije prelazi opet u odbojnu silu, koje je jakost za daljine od C do D predočena idućim lukom Boškovićeve krivulje, da ponovo siječe os X u točki D. Rastući, opadajući, poništavajući se ovija se krivulja oko osi X u većim ili manjim lukovima, siječe os X pod većim ili manjim kutovima ili je samo i dira, i to se nastavlja, dok za velike daljine od ishodišta krivulja ne prijeđe u zadnju privlačnu granu FGH, koja se približuje krivulji Newtonova zakona

gravitacije. Svakako se najveće i najčešće promjene u vladanju krivulje silâ moraju očekivati u vrlo malim međusobnim daljinama. U daljinama, u kojima su planeti od Sunca. Boškovićeva krivulja ne podudara se s Newtonovom, nego joj se približuje. Sve to dakako uz pretpostavku, da krivulja predočuje zakon silâ jedinstven za sve međusobne daljine. U pogledu približavanja krivulji Newtonova zakona privlačenja Bošković ističe, da bi se njegova krivulja mogla i u velikom dijelu približavati Newtonovoj, nju u bilo kome broju točaka i dirati, a tada u još većim daljinama opet se od nje udaljivati, pače i u beskonačnost, kako se udaljuje i u vrlo malim daljinama. U zvjezdanim daljinama može opet biti novih i po volji mnogo presjecišta s osi X, sile mogu prelaziti i u odbojne pa vraćati se opet na privlačne, čime se za svemirske događaje otvaraju neprebrojne mogućnosti.

IX

Za prosuđivanje naravi Boškovićeve krivulje treba svratiti pažnju na činjenicu, da nije u prvom redu važna kvantitativna njena strana; ordinate za istu apscisu mogu biti veće ili manje već prema pojedinom slučaju, lukovi njeni među dva susjedna presjecišta mogu imati najrazličitije oblike i time određivati različite fizičke pojave. Težište je u kvalitativnim njenim karakteristikama, jer te ulaze u bit stvari. Od osobite su važnosti naime u njoj one posebne točke, u kojima ili ima vertikalnu asimptotu ili siječe os X, dakle točke beskonačnosti i nultočke zakona silâ. Što se tiče točaka s vertikalnom asimptotom, u kojima sila raste preko svake granice i, matematički govoreći, teži u beskonačnost, one čine neprekoračivu ogradu za dalji tôk pojava.

Presjecišta s osi apscisâ jesu nultočke sile, dakle točke ravnoteže za elemente materije. Na element, koji je smješten na primjer u točki B, ne djeluje ni privlačna ni odbojna

sila. Ali dvije su vrste tih presjecišta bitno različite. U točki B prelazi odbojna sila u privlačnu; to je točka stabilne ravnoteže, jer mali pomak nadesno od B uvodi element u područje privlačne sile, koja vraća element natrag u B, a mali pomak nalijevo pada u područje odbojne sile, radi koje se opet vraća u B. Element u tom položaju opire se pomicanju, a pomaknut i prepušten sam sebi vraća se da zauzme prvotni položaj. Takvo vladanje dvaju elemenata daje prema Boškoviću tumačenje za pojav kohezije. I stoga presjecište te vrste, u kojem sila prelazi od odbojne na privlačnu, Bošković zove *limes cohaesionis*. Ali nalazi li se element u presjecištu C, mali ga pomak nadesno uvodi u područje odbojne sile, koja ga udaljuje od točke C, a isti učinak ima i mali pomak nalijevo radi privlačne sile, koja se sada javlja. Mali pomak iz točke C udaljuje element sve više od nje, koja dakle ima oznaku točke nestabilne ravnoteže. Presjecište te vrste, u kojem sila prelazi od privlačne na odbojnu, zove Bošković, ne znajući, kako kaže, drugog naziva, *limes noncohaesionis*. Uopće brzina dviju čestica, koje se međusobno približuju, uvećava se u intervalu, koji pripada luku privlačne sile, a umanjuje se u intervalu, nad kojim se diže luk odbojne sile; obrnuto se događa, kada se čestice međusobno udaljuju. Naiđu li u slučaju međusobnog približavanja na tako jak odbojni luk ili u slučaju udaljivanja na tako jak privlačni luk, da se brzina poništi, tôk se gibanja okrene i čestica se vraća i može ući u oscilaciju, što vodi na pojav tzv. fermentacije.

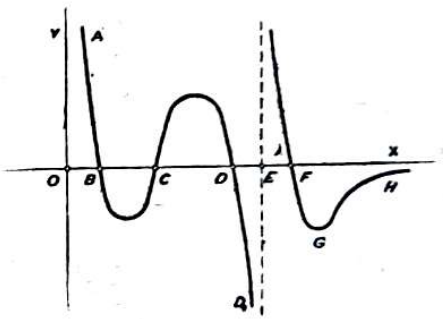
Postojanje, izmjenjivanja i primjena tih dviju vrsta limesa osnovno je Boškovićevo otkriće. I ovdje se dakle susrećemo sa situacijom dobro poznatom iz različitih grana analize uopće: nisu toliko važne, na primjer kod gibanja, točke, u kojima sve teče regularno, nego su karakteristične tzv. singularne točke; nisu toliko važne točke regularnosti analitičkih funkcija, nego singularne točke, koje mogu jednoznačno odlučiti i o tipu funkcije.

Postojanje tih limesa cohaesionis daje Boškoviću najprije ključ za razumijevanje pojava kohezije i čvrstoće tijela (soliditas). Bošković ističe, da je to tumačenje drukčije nego u Newtona, »mnogo također i sretnije, a i više u skladu s pojavima.«[55] Nalaze li se naime dva elementa u limesima kohezije, malo umanjenje međusobne njihove daljine imat će za posljedicu djelovanje odbojne sile, a malom uvećanju te daljine protivit će se privlačna sila, koja se sada javlja. Za pojav kohezije odlučni su dakle oni prijelazi između odbojnih i privlačnih silâ. Prema strmini luka krivulje na primjer u točki *D*, sila kohezije jača je ili slabija. Boškovićevo je shvaćanje kohezije, kako se vidi, dinamičko. Otvorena ostaje mogućnost za različite kombinacije time, što tih limesa može biti po volji mnogo, smještenih među sobom i po volji blizu ili po volji daleko, što jedni od drugih mogu biti po volji jači ili slabiji i što nema nužne veze među daljinom limesa od ishodišta apscisâ i njegovom jačinom. A to je za Boškovića važno među drugim i zato, što će to poslužiti da utvrdi, na primjer, da kohezija ne zavisi o gustoći.

Ovijanje krivulje oko osi *X*, napose vladanje lukova odbojnih i privlačnih silâ, ulaze prema Boškoviću u tumačenje pojava tzv. fermentacije pa isparivanja, naglih deflagracija i eksplozija te emisije svjetlosti. Pojav fermentacije izlazi, kada je oblik i raspored odbojnih i privlačnih lukova krivulje takav, da je čestica prisiljena da brzo oscilira među određenim granicama. Bošković uvodi naime osim onih točaka, u kojima krivulja siječe os *X* i limese druge jedne vrste, kod kojih se prijelaz od odbojne sile na privlačnu ili obrnuto ne vrši poništavanjem sile, nego prolazom kroz beskonačnost. Time se dakle uvode nove asimptotske grane u krivulju silâ osim one u okolišu ishodišta. Za Boškovića se time ne poništava neprekinutost krivulje, jer su u njegovoj teoriji krivulja takva dva asimptotska luka, od kojih jedan odlazi u pozitivnu beskonačnost, a drugi se vraća iz negativne

[55] *De lumine* II § 20

beskonačnosti ili obrnuto, međusobno vezani u točki »beskonačno dalekoj«.[56] Pada li prva od tih daljih vertikalnih asimptota na primjer u limes non-cohaesionis *E* (sl. 2), tako



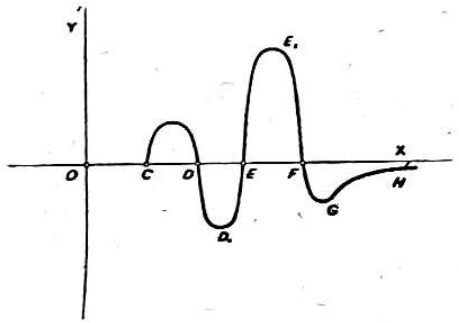
Sl. 2.

da slijeva te asimptote grana krivulje silâ teži prema negativnoj beskonačnosti, a zdesna prema pozitivnoj, ne će elementi materije, sadržani u intervalu među *O* i *E*, nikada moći izaći iz tog intervala, ma kako žestoke međusobne sile djelovale među njima i ma kako jakim silama djelovale točke izvan tog intervala. Potanja analiza pokazuje, da će čestice izvoditi oscilacije, pa i vrlo jake, a fermentacija, koja iz toga izlazi, ma kako golema bila, moći će se zauvijek održati, pričem će gibanja pojedinih točaka biti ubrzana ili usporena, a amplituda oscilacija će rasti ili opadati.

Za Boškovića je važan i slučaj, kada krivulja silâ nema u točki *E* asimptotsku granu, ali je ploština luka DD_1E (sl. 3) privlačne sile velika, a osim toga je i ploština ispod luka EE_1F odbojne sile vrlo velika, i to tako, da ploština, što je taj luk omeđuje, nadmašuje ploštine svih predašnjih privlačnih lukova. U tom će slučaju osciliranje nekih točaka

[56] Govoreći o dvjema granama hiperbole Bošković smatra, da se spajaju u beskonačnosti i tvore jednu neprekinutu krivulju. Vidi na primjer u *De continuitatis lege* § 60: »... ut nimirum Infinitum ipsum sit quoddam veluti punctum commune bina illa crura connectens ...« ili u § 67: »... utrumque Hyperbolae ramum constituere unicam curvam geometricam continuam ...«. – Slično i u *Elementa universae Matheseos* sv. III str. 349/50.

moći postati tako jako, da će točke doći do limesa E i mnjeći ga. A kako u susjednom intervalu EF djeluie vrlo jaka odbojna sila, nastavit će te točke pod utjecaiem odbojne sile udaljivanje, koie će biti naizmjence ubrzano ili usporeno, prema tome, kakve lukove krivulje silâ susreću, ali koje će u većim daljinama, u kojima se počinje javljati utjecaj gravitacije, biti konačno približno jednoliko gibanje. Ako je broi čestica u intervalu OE vrlo velik, a osciliranie vrlo žestoko, moći će veći ili manji broj točaka doći i do E i istjecati preko E s većom ili manjom brzinom iz intervala OE, dok će većina njih ostati u intervalu OE i u nekim slučaje-



Sl. 3.

vima se ne će broj njihov primjetljivo mijenjati, a drugi put će se brzo iscrpsti. »Golemo ono komešanje«, kaže Bošković, »s različitim oscilacijama i s gibanjima jednom ubrzanima, drugda usporenima te opet natrag odbijenima tumačit će fermentacije i konflagracije; a onaj izlazak iz golemog odbojnog luka s golemim brzinama, koie se vrlo malo međusobno razlikuju, kad se dođe do golemih daljina, niti se mijenjaju zamjetljivo kroz nepremjerne intervale, predočivat će jednoliku emisiju svjetlosti i njeno širenje ...«.[57] Tim shvaćanjem može Bošković predvidjeti i promjenljivost u emisiji svjetlosti.

[57] Th. Ph. nat. § 199

Dosada se radilo o međusobnom djelovanju dvaju elemenata. Iz elemenata, o kojih prirodi ćemo dalje govoriti, sastavljaju se najprije one sitne čestice tijela, koje Bošković zove »prvoga reda«, a iz kojih daljim sastavljanjem izlaze čestice drugoga i viših redova, koje napokon tvore tijelo. Uzme li se, da se neka čestica prvog reda sastoji najprije od samo dva elementa i razmotri njeno djelovanje na neki treći element, koji leži na spojnici prvih dvaju, dobit će se to djelovanje sastavljanjem djelovanja jednog i drugog elementa na treći, a diskusija pokazuje, da će zakon, po kome se to vrši, biti vrlo različan od zakona, prema kome djeluje svaki od prva dva elementa na treći. Sastavljanje silâ može naime voditi ili do privlačne sile ili do odbojne, prema tome, koja komponenta prevlada, a komponente se mogu međusobno i poništiti. Vrlo opsežno polje razmatranja pruža se za gibanje trećeg elementa, ako on s prva dva tvori trokut, o čemu će doskora biti riječ. .

Raznolikost zakona silâ daleko je još veća, promatra li se čestica sastavljena iz više elemenata i njeno djelovanje na element izvan nje. I sada će postojati unutar čestice prvoga reda neki limesi, koji će biti odlučni za međusobni položaj elemenata u njoj, a djelovanje na element izvan nje bit će određeno jednim zakonom silâ, koji zavisi o broju točaka, njihovu rasporedu i kombinacijama i zakonu silâ za jedan element. Nepregledno mnoštvo raznolikosti javlja se dalje, uvede li se u razmatranje djelovanje jedne »čestice« prvoga reda na drugu »česticu« prvoga reda, sve još u vrlo malim daljinama, i promatraju li se njihovi limesi kohezije, koji određuju njihov položaj u »česticama« drugoga reda te sile, koje će osigurati konačni neki razmak među »česticama« prvoga reda. Dakako da se prilike još više mrse, kada bi se htjelo i moglo slijediti sastavljanje djelovanja u »česticama« viših redova i napokon u samim tijelima. I sada, kada se »čestice« spajaju u jedinice višega reda, vrijedi, da one ne mogu doći međusobno po volji blizu, nego da ih uvijek

rastavljaju razmaci i da one ne mogu drukčije da tvore stabilnu tvorevinu, nego da se nalaze u limesima kohezije.[58]

Bošković provodi i vrlo zanimljive diskusije u vezi s »čudesnom analogijom« nekih vrsta limesa, koji su rasporedani duž krivulja. U tu svrhu promatra tri točke *A, E, B,* za koje uzima da se nalaze u vrhovima istokračnog trokuta s tako odabranim duljinama stranica, da svaka od njih predočuje daljinu od po dva limesa kohezije prema zakonu silâ. Sustav tih triju točaka nalazi se dakle u mirovanju. Uvede li se tada elipsa, koja ima žarišta u *A* i *B,* a prolazi točkom *E,* pokazuje Bošković, da se treća točka nalazi u ravnoteži, ako je smještena na krajevima velike ili male osi elipse, a nalazi li se u drugoj kojoj točki, da djeluje na nju sila u smjeru tangente na elipsu, i to prema bližem kraju male osi. Krajnje točke male osi vladaju se pritom kao limesi kohezije, a krajnje točke velike osi kao limesi ne-kohezije. Promotri li se sada sustav konfokalnih elipsa sa žarištima u *A* i *B,* kojima su duljine velikih poluosi naizmjence jednake daljinama limesa ne-kohezije i limesa kohezije krivulje silâ, pokazuje Bošković, da treća točka malo pomaknuta izvan elipse, koje velika poluos odgovara limesu kohezije, ima tendenciju da se vrati na tu elipsu, a pomakne li se s te elipse prema unutarnjoj strani, da se javlja sila, koja je opet vraća na istu elipsu. Točke te elipse vladaju se dakle kao limesi kohezije na osi *X.* Točke dviju susjednih elipsa, jedne izvan promatrane elipse, druge u njenoj nutarnjosti, vladaju se kao limesi ne-kohezije. U drugim slučajevima javljat će se druge neke krivulje kao geometrijsko mjesto limesa kohezije ili limesa ne-kohezije.[59]

Diskusija slučaja triju točaka navodi Boškovića da se pita: »Pruža li vrlo jednostavan slučaj triju točaka takvu žetvu teorema i problema, takvu raznoličnost slučajeva, što da držimo o slučajevima, koji se javljaju, kada se radi o slo-

[58] O česticama različitih redova vidi i bilješku ad Stay III str. 500

[59] Vidi na primjer Th. Ph. nat. § 230 i d. kao i bilješke ad Stay III str. 487 i d.

bodnom rasporedu golemog onog broja točaka, iz koga se sastoji ovaj čudesni sastav svemira.«[60]

XII

Kakve posljedice izlaze iz Boškovićeva zakona silâ za sastav materije? Kako u vrlo sitnim daljinama među dva elementa vlada odbojna sila, koja teži u beskonačnost, kada međusobna daljina elemenata teži nuli, ne mogu se tzv. »prvi elementi materije« sastojati ni iz ma kako malih neprekinutih dijelova, jer odbojna sila raspršuje svaki konačni konglomerat. Što su oni dakle? Prostorno ništa, samo onaj granični slučaj, na koji nas upućuje to raspršivanje bez kraja, tvorevina krajnje jednostavna, bez dimenzije, koja se samo u misli postavlja. Ti »prvi elementi« ili »jednostavni dijelovi materije« one su vrste, koju su Grci, nalazeći se u istoj nedoumici kao i mi, označili sa στιγμή, latinski p u n c t u m, dakle neki trag mehaničkog uboda. Oni su vrste σημειον, latinski s i g n u m, dakle naprosto znak, biljeg. Te Boškovićeve »n e k e v r s t e t o č k e« (puncta quaedam) postoje samostalno, sâme za se, dakle bez veze s krivuljama, površinama ili tijelima. One se moraju smatrati kao realne fizičke točke. Ti su elementi prema tome sasvim jednostavni, a ne složeni od dijelova, dakle su i nedjeljivi; oni su i bez protezanja. Napokon oni su i homogeni. Na to već upućuje jednostavnost njihova, kao i to, da su bez protezanja, a prema Boškoviću mora se također tražiti, da ista krivulja silâ vrijedi za svaku takvu točku. Pošto je naime odredio zakon silâ za dvije *čestice* materije, Bošković ga proširuje u smislu principa jednostavnosti i sličnosti u prirodi i na pojedine t o č k e materije. Kada bi te točke bile sasvim inertne, tako da iz njih ne bi djelovale međusobne sile, ne bi se prema Boškoviću javljala nikakva sila samo time, što se jedna nalazi u blizini druge. A govori za takvu homogenost svih točaka i činjenica, da se i za gravitaciju, koja dolazi do izražaja u velikim da-

[60] *De lumine* II § 32

ljinama, uzima, da je ista u svim česticama, a radi sličnosti i u svim točkama. Još jači argument za to, da se zakon silâ mora proširiti na sâme točke materije, izvodi Bošković opet iz principa sličnosti u prirodi. Jer da prvi elementi materije nisu točke nego neke tvorevine savršeno krute i sastavljene iz dijelova, kako je Newton zamišljao, ne bi se kohezija tih dijelova mogla tumačiti iz Boškovićeva zakona silâ nego na drugi neki način, a slično i neproničnost i protezanje, u protivnosti s principom sličnosti, koji Bošković formulira ovako: »kadgod se mogu slični učinci protumačiti sličnim uzrocima, mora se to svakako učiniti, ako se što ne protivi.«[61]

Kako će ti »elementi« tada činiti fizičko tijelo, koje ima protezanje? Radi odbojnih sila odijeljeni su oni konačnim razmacima, pa se raspoređuju u tri dimenzije i time takav skup točaka dobiva iskustveno svojstvo protezanja. Broj točaka u tijelu uvijek je konačan, ali može biti po volji velik. Fizičko tijelo nije dakle kontinuum, nego diskretum. Time je Bošković uklonio pitanje neprekinutosti u građi materije, što on sa zadovoljstvom ističe i predočuje kao prednost svoje teorije,[62] jer je dobro poznavao teškoće pojma neprekinutosti i iznio ih napose u raspravi *De continuitatis lege*, kao i u drugim mjestima. Svakako je zanimljivo, što i Bošković ističe, da je pošavši od *lex continuitatis* završio kod diskretnih tvorevina u svim dimenzijama: » ... jer iz neprekinutosti općenito prihvaćene slijedi izostanak neprekinutosti u elementima materije.«[63] Ali napose ističe, da se zakon neprekinutosti tiče samo veličina, koje se mijenjaju prelazeći svima međuvrijednostima.[64]

[61] »At juxta analogiam quoties possunt similes effectus explicari per similes causas, omnino debent, nisi quid obstet«. *De lumine* II § 52

[62] »Qui autem de continuo ipso diu cogitaverit, agnoscet sane, in lucro potius ponendum esse, si id natura expelli possit, atque exturbari.« *De viribus vivis* § 61

[63] » ... quoniam a continuitate generaliter assumpta defectus continuitatis consequitur in materiae elementis, ...« Th. Ph. nat. § 141

[64] U bilješci ad Stay III str. 421 Bošković ovako obrazlaže svoje gledište: » ... Naturam servare continuitatem, ubi servari ea potest, nimirum in motibus; ubi autem servari non potest, nimirum in distributione materiae carentis continua extensione, ibi eam affectare, quantum potest.« – Vidi i Th. Ph. nat. § 143

Za svoje shvaćanje protezanja ističe Bošković, da se daleko razlikuje od shvaćanja Zenonovih i Leibnizovih, koji ispunjavaju prostor svojim točkama ili monadama. U vezi sa svojim tumačenjem odbija i prigovor, da njegovo protezanje nastaje »per nihilum«, t. j. praznim razmacima među točkama, koji su »potpuno ništa«. Osnov je protezanja prema Boškoviću jedan posve realan »odnos udaljenosti« među točkama, bolje reći, među njihovim »modima«, po kojima te točke uopće postoje, kako izlazi iz njegove teorije prostornih odnosa, o kojima će se govoriti kasnije.

U fizičkoj realnosti nema dakle dijeljenja u beskonačnost, poznatog iz geometrije. Ono je prema Boškoviću moguće samo u tzv. imaginarnom prostoru, koji je čista mišljevina, na što ćemo se poslije vratiti. Fizičko tijelo nije matematički neprekinuto, ono je samo fizički neprekinuto, t. j. ono se sastoji od tolikog broja točaka, da su razmaci među točkama tako maleni, da ne padaju u dohvat ćutila. Matematičku neprekinutost dopušta Bošković i u svom shvaćanju samo kod gibanja, jer za gibanje uzima da nastaje neprekinutim tôkom (fluxu) točke, a ne »ponavljanjem« i »umnožavanjem«,[65] pa se pri gibanju radi o »nečem sukcesivnom« a ne »koegzistentnom«.[66]

Za tijelo opisana sastava pokazuje Bošković dalje da ima *svojstvo neproničnosti* (impenetrabilitas),[67] i to da izlazi iz njegove teorije sasvim od sebe (omnino sponte)[68] iz postojanja asimptotske grane krivulje silâ u vezi s odbojnošću među točkama u vrlo malim daljinama, koja izražava, da bi trebala beskonačno velika sila, da se dvije točke približe po volji blizu. Ali Bošković ističe, da uza sve to može postojati prožimanje dvaju tijela. Jer ako su razmaci među točkama jednoga tijela relativno veliki, a točke njegove su tako raspoređane, da točke drugoga tijela mogu proći kroz razmake među točkama prvoga, da se time djelovanje silâ među toč-

[65] *De continuitatis lege* § 33

[66] Th. Ph. nat. § 143

[67] Vidi na primjer *De viribus vivis* § 52

[68] Th. Ph. nat. § 360

kama zamjetljivo ne mijenja, prolazit će točke drugoga tijela kroz prvo, ne povređujući svojstvo neproničnosti. Time Bošković tumači na primjer prolaz čestica svjetlosti kroz staklo.[69]

Gustoća i *rijetkost materije* sastoji se prema Boškoviću u većem ili manjem broju točaka, koje postoje u danom obujmu; i jedna i druga mogu biti po volji velike ili male, čemu Bošković pridaje važnost i ističe, da u toj teoriji postoji mnogo stroža analogija među gustoćom i rijetkosti nego u teoriji o neprekinutoj građi materije. *Masa tijela* određena je brojem točaka, koje se nalaze u nekom obujmu.[70]

Bošković je tako protumačio dva osnovna svojstva materije svojim zakonom silâ, neproničnost i protezanje, a te su se, kako on ističe, dotada uvijek smatrale kao prvotne osobine, koje ne stoje do jednog jednostavnijeg principa.

XIII

Za tako zamišljeni sastav materije pita se Bošković: »Ne će li skup takvih točaka, što plivaju u praznom prostoru, biti kao neka maglica, koju dah usta raspršava, bez ikakva konsistentnog oblika, bez čvrstoće i otpornosti?« I doista, pitajmo se, što je prema Boškoviću komad materije. To je skup konačnog broja nekih u matematičkom smislu graničnih tvorevina, koje Bošković naziva »jednostavne čestice«, »elementi materije«, »u neku ruku točke«, svakako realne tvorevine, ali bez dijelova i protezanja, odijelienih među sobom konačnim razmacima, od kojih je svaka nadarena (praedita)

[69] Osim te neproničnosti, kojoj su uzrok odbojne sile, uvodi Bošković i drugu, koja se osniva na njegovu zaključku, da je broj točaka u tijelu konačan, a neprekinuti trodimenzionalni geometrijski prostor da ima ∞^3 točaka. Iz toga izvodi Bošković, ne samo da ne će nijedna točka materije zauzeti nikad više mjesto, što ga zauzima druga točka materije, nego ni ono mjesto, što ga je zauzimala ta ista točka ili bilo koja druga točka materije. – Th. Ph. nat. § 361

[70] »Et quidem ego in mea theoria nullum aliud admitto genus massae praeter numerum punctorum a se invicem distantium, qui in quavis massa per me est numerus finitus, ...« – Ad Stay III str. 430

svojstvom Newtonove inercije, a koje u prisutnosti drugih, istovrsnih čestica stoje pod utjecajem sile dane jednim jedinim zakonom. Tvar je dakle dinamička konfiguracija konačnog broja izvora međusobnih utjecaja, ako se tako smije reći, nazvanih kasnije »središta silâ«, poprište igre odbojnih i privlačnih silâ među »točkama«, za koje je Faraday, u prvom redu eksperimentator i duh intuitivan, a ne teoretik, kratko rekao: »sile oko središta daju tim središtima svojstva tvarnih atoma«.[71]

Time smo ušli u središte Boškovićeve *Philosophiae naturalis*, izvedene iz osnovnih njegovih postavaka deduktivnom metodom. Bošković više puta ističe, da su njegove ideje o sastavu materije daleko od toga da budu očigledne i lako pristupačne i da se do njih može doći, kao što je i sâm došao, samo »p e r r e f l e x i o n e m«. Za opravdanje svoga shvaćanja o građi materije napominje Bošković, da nijedan argument ne dokazuje, da je protezanje materije neprekinuto i da se ne sastoji od nedjeljivih točaka, a da ima dovoljno jakih razloga, koji govore za to, da se dâ prednost sastavu materije iz nedjeljivih točaka pred neprekinutim protezanjem.

XIV

Sve do rasprave *De continuitatis lege* (1754) ne govori Bošković o nekom svom posebnom shvaćanju prostornih i vremenskih odnosa. U *De lumine* II (1748) razlaže još, da ideja prostora pripada prije u metafiziku nego u fizička razmatranja. Ali u raspravi iz g. 1754. iznosi prvi put svoju teoriju prostornih i vremenskih odnosa, koju je iznio i u bilješkama prvom svesku Staya, a prenio je kao *Dodatak* i u *Philosophiae naturalis Theoria.* Kritički um Boškovićev ne zadovoljava ni Newtonova teorija prostora apsolutnog, realnog, neprekinutog, vječnog, beskonačnog, ni teorija Leibnizovih sljedbenika, za koje je bit prostora u redu, u kome

[71] Vidi S. H o n d l, Faraday o Boškovićevoj atomistici. Nastavni vjesnik, g. 1931/2 str. 257

među sobom stoje stvari, koje postoje (res, ordo coexistentium). Osjeća potrebu, da i ovdje pođe s početka, da polazeći od nekih postulata dâ podgradnju osnovnih prostornih i vremenskih odnosa kao osnov za dalje izvode, da dâ takvu teoriju tih odnosa, koja ima fizičko značenje i u skladu je s njegovom prirodnom filozofijom. U prvom redu treba dati značenje pojmu »mjesta« točaka i njegova postojanja, a pogotovo pojmu »daljine« točaka, tako važnim za njegov zakon silâ. »Jer mislilo se o prirodi prostora što mu drago«, kaže on u bilješci u trećem svesku Staya str. 430, »nesumnjivo je, da je brzina i daljina nešto realno, a ne igra našeg uma«. Realno je pitanje, a »nije pitanje samo naziva, kada se pita, da li je Saturn dalji od Sunca nego Jupiter ili bliže, da li se planet giba brzo i slično«.

Bošković razlikuje dva prostora. Jedan je imaginaran, čista mišljevina, predmet metafizike. To je prostor, koji promatra geometrija; on je matematički neprekinut, a napose je djeljiv bez kraja u manje dijelove. Drugi je fizički, realan prostor, koji se osniva na Boškovićevu postulatu »modus existendi«. Osim »realnih točaka« materije, među kojima djeluju sile po njegovu zakonu, Bošković naime postulira, da su uz svaku materijalnu točku vezana dva *»realna moda egzistencije«*, jedan mjesni, drugi vremenski. Za taj postulat smatra da se mora uvesti, kako bi se njime svakoj točki osiguralo da se nalazi, gdje jest, slično kao što vremenski »modus existendi« osigurava svakoj točki, da je tada, kada jest. I jedan i drugi propadaju, kada točka prestane da je ondje, gdje je bila prostorno i vremenski. Ti modi dakle nastaju i nestaju. Pojedini modi ne mogu se neposredno spoznati ćutilima. Prostorni modi određuju prema Boškoviću *realna mjesta* točaka materije, koje im pripadaju.

Što im je dalja funkcija? Kad god zajedno postoje dvije točke materije, »stvaraju« oni ili »induciraju« među njima ili »realan odnos razmaka« ili »odnos prožimanja« (compenetratio) točaka. »Daljina« dviju točaka sastoji se fizički od tih točaka i od dva realna prostorna moda egzistencije, od kojih svaki pripada jednoj točki. Za Boškovića je ta daljina uvijek konačna, »jer za mene nema razmaka u sebi odre-

đenog, koji bi bio ili beskonačno malen ili beskonačno velik.«[72] Kada se razmak mijenja, mijenjaju se i pripadni modi. Razmak dviju točaka općenito je različit od nule; ako je jednak nuli, točke padaju ujedno (slučaj kompenetracije). Ne postoje dakle u toj teoriji »elementa contigua«, neposredno susjedni elementi. Dalje, razmak »nula« nije u toj teoriji ništa, nego je on određeni odnos induciran od dva moda egzistencije. U daljoj posljedici izvode ti modi razmakom, koji induciraju, realno, diskretno protezanje, o kome je već bilo govora. I stoga ističe Bošković, da njegovu e x t e n s i o ne čine točke i prazni prostor, kako su mu prigovarali, nego točke, koje stoje u realnom odnosu međusobnog razmaka. Tako inducirani razmak dviju točaka može biti jednak razmaku drugih dviju točaka samo, ako su njihovi modi takvi, da to izvode, a ne time, da bi se modi, koji čine taj razmak, mogli translacijom dovesti do podudaranja s drugima. U realnom stanju ne može biti jednakosti po sukladnosti; dvostruka daljina ne nastaje naprosto jednakošću dijelova. Razdijeli li se daljina točaka AC točkom B, nisu u fizičkom smislu daljine AB i BC dijelovi daljine AC. Jer daljinu AB čine u fizičkom smislu točke A i B i dva njihova moda egzistencije, a slično vrijedi i za daljinu BC. U zbroj tih daljina ulaze dakle tri točke i tri moda egzistencije njihove, a daljinu AC tvore samo dvije točke i pripadna dva moda egzistencije.

Na osnovu te teorije dolazi Bošković do zaključka, da neku fizičku dužinu, kao motku, ne možemo neposredno uspoređivati na početku i na kraju translacije, jer je u svakom od tih položaja određena drugim modima egzistencije. Smatramo je jednakom samo zato, jer se pri translaciji ne zamjećuje nikakva promjena, koja bi nam pokazala odnos dužina. Mi supstituiramo drugu dužinu, za koju držimo da je jednaka prvoj. Ali uistinu, dodaje Bošković, ona će se pri translaciji uvijek nešto promijeniti, jer se sile, koje među sobom vežu točke materije, nešto mijenjaju promjenom položaja prema svim ostalim dijelovima svemira. Vidimo, da je u svojoj te-

[72] Ad Stay III str. 457

oriji prostora Bošković pošao putem, koji se može neposredno priključiti na diskusije u vezi s teorijom relativnosti u dvadesetom stoljeću. Bošković nadovezuje na to i poznata svoja gledišta o relativnosti inercije i o nemogućnosti fizičkog konstatiranja gibanja u apsolutnom prostoru, ističući, da nas fizičko iskustvo upućuje samo na relativna gibanja.[73]

Bošković češće govori o »praznom prostoru«, u kome su čestice materije kao »utonule«. Ipak, za Boškovića prazni prostor čisto je ništa; gdje prije nije ništa postojalo, nema realnog prostora.[74] Prazni prostor je pojmovna tvorevina; on je tek mogućnost svih onih prostornih realnih moda egzistencije »neodređeno (indefinite, confuse) od nas spoznatih«, koji pripadaju svima točkama, a »koji ne mogu svi zajedno da postoje, niti postoje, nego pojedini u pojedine časove vremena, a mi ih shvaćamo zajedno««.[75] Bošković ga zadržava vjerojatno kao ostatak Newtonova shvaćanja apsolutnog prostora. Prostor, koji realno postoji, postoji s tjelesima i s njima propada (perit), kada se ona razore. On nije neprekinut. Nije djeljiv u sve dalje dijelove, ali između njegovih točaka mogu se uvrstiti uvijek nove točke među one, koje već postoje, tako da mjesto djeljivosti materije Bošković uvodi pojam »uvrstljivosti« (interseribilitas) i »sastavljivosti« (componibilitas) materije bez kraja. Točaka, koje se uvršta-

[73] Vidi V. Varićak, Boškovićeve bilješke o absolutnom i relativnom kretanju. Rad Jugosl. akadem. knj. 190, Zagreb 1912. – L. Čermelj, Roger Joseph Boscovich als Relativist. Archiv für Geschichte der Mathematik, der Naturwissenschaften und der Technik. Bd. 11 str. 424–444, Leipzig 1929. – D. Nedeljković, Ruđer Bošković. O prostoru, vremenu i relativnosti. Kultura, Beograd 1956. – D. Nedeljković, Kretanje i relativnost u Boškovićevu »Novom svijetu«. Izd. Srp. akadem., Beograd 1958.

[74] »Spatium inane est prorsus nihil, & nullo ante existente nullum reale spatium existit«. Ad Stay III str. 459

[75] U bilješci na str. 458 ad Stay III Bošković tumači: »Odašalje li netko, prenesen do skrajnjih granica cijeloga Svemira, strelicu, pita, kamo će otići. Otići će u prostor sasvim prazan, što ništa drugo ne znači, nego one mjesne mode egzistencije, koji tvore mjesni i realni odnos među točkama materije što postoje, a tiču se točaka, koje tvore onu strelicu, a koje su bile prije samo moguće, dok su poslije onoga hica prešle u postojanje aktualno (actu existentia).«

vaju, ima uvijek samo konačan broj, ali nema broja, ma kako velikoga, od koga se ne bi mogao uvrstiti veći broj.

To su glavne crte Boškovićeve teorije prostornih odnosa, s kojima teku usporedno i njegova razlaganja o vremenskim odnosima i o ispreplitavanju jednih i drugih pri gibanju. Ta je teorija u svakom pogledu vrlo originalna i zamišljena u dubokom odnosu s fizičkim pojavima. I to su razmatranja Boškovićeve »Philosophiae naturalis«, ma da daleko prelaze okvire neposredne potrebe teorije. Takav uski dodir s fizičkom teorijom, s duboko usađenim uvjerenjem o relativnosti naše iskustvene spoznaje i s oštrim i konačnim odricanjem mogućnosti konstatiranja apsolutnih događanja u prirodi, jedna je od originalnosti te prirodne filozofije. Jako zvuče i danas Boškovićeve riječi izrečene sredinom osamnaestoga stoljeća o apsolutnom gibanju, »koje se uopće ne može razlučiti od relativnoga, ne učine li se nedokazane fizičke pretpostavke.«[76]

XV

Boškovićeva teorija imala je od početka i oduševljenih pristaša, ali i mnogo neprijatelja. Još g. 1754. pisao je Christopher Maire, Boškovićev drug u poslovima oko mjerenja meridijana u Papinoj državi, astronomu de l'Isleu u Parizu, o svojoj sumnji, da će Boškovićev sustav biti priznat izvan Italije, u kojoj da ga odobravaju tek neki poluučenjaci, a iz pisma Boškovićeva iz Pariza od 17. XII. 1759.[77] vidi se, kako ga je bolilo pisanje Berthiera, učenog isusovca i urednika isusovačkog naučnog časopisa Mémoires de Trévoux u Parizu, protiv njegove teorije. Zadovoljan je bio naprotiv, kako piše bratu Božu, 23. travnja 1748., da je učeni o. Jacquier, koji je s o. Le Seurom izdao u Ženevi gg. 1739., 1740., 1742. Newtonovo djelo *Philosophiae naturalis Principia mathematica* s komentarima u tri sveska, bio vrlo zadovoljan s

[76] Ad Stay III str. 464

[77] Građa II, str. 68

drugim dijelom, koji radi o mehanici i u koji je imao uvid.[78]

Bošković je znao, da ga čekaju kritike na različitim nivoima. U početku osjeća se u njega nesigurnost, kako će biti primljena njegova teorija. U prvoj publikaciji o svojoj teoriji, u *De viribus vivis* § 40, napominje mogućnost, da će oni, koji ne budu stvar promatrali s višega gledišta, primiti njegova izlaganja i sa smijehom. Ali dodaje, da se uza sve to, nakon dugog razmišljanja o svojoj teoriji, ne će kratiti da je iznese, uvijek ipak pripravan da tu teoriju napusti i drži se obične, iznese li mu se ozbiljniji koji prigovor protiv nje. U daljim publikacijama sigurnost njegova raste pa u bilješkama trećem svesku Stayeva djela tumači svoju teoriju kao definitivno postavljen osnov za tumačenje fizičkih pojava.

Bošković sâm iznosi niz prigovora, koji su se dizali protiv samih osnova teorije, kako bi ih mogao pobiti. Sezali su oni od kritike zakona neprekinutosti i čisto skolastičkih prigovora, kao na primjer, da su njegove nedjeljive točke bez protezanja zapravo neke vrste duhovi, da se u toj teoriji radi o materiji, koja misli, da je nemoguće dopustiti u fizičkim razmatranjima točke nedjeljive i bez protezanja, pa sve do općih prigovora protiv *actio in distans* i uvođenja zloglasnih *qualitates occultae*. Iz pariskih pisama Boškovićevih iz god. 1759/60. znamo, kako su mnogi isusovci gledali na bavljenje naučnim radom uopće, a kako je morala odbijati peripatetike među njima tako smiona teorija poput Boškovićeve! Jasno to izbija i iz Posvete *Philosophiae naturalis Theoria*, u kojoj Bošković opširno razlaže bečkom nadbiskupu kardinalu Migazziju, kako nije nedostojno redovnika i svećenika da se bavi istraživanjem prirode. Uvjeren o velikoj obuhvatljivosti i dalekosežnosti svoje teorije, iznosio ju je i izlagao i u Parizu i Cambridgeu g. 1759/60., gdje je ona bila gotovo nepoznata. Prijatelj njegov Lalande pisao je o njoj u poznatoj svojoj *Astronomie*, a navedeno je već, da je drugi jedan prijatelj Le Roy spremao kraći prikaz te teorije. S vremenom su i mnogi isusovci drukčije gledali na Boškovićeve misli u

[78] Građa I, str. 134

fizici, pa je na primjer Antun Radić, profesor u Budimu, izdao dva djela o prirodnoj filozofiji Boškovićevoj, a i više drugih isusovaca, među kojima neka su istaknuti L. Biwald i Máko de Kerek Gede, za koje V. Varićak ističe da su se putem njihovih djela slušači filozofije u Kr. zagrebačkoj akademiji znanosti upoznavali s Boškovićevom teorijom.[79]

XVI

Kako Bošković gleda na svoju teoriju? Rad na toj teoriji naziva on u posvetnom pismu nadbiskupu Migazziju »philosophicae meditationes«, koje su nakon trinaestogodišnjeg razmišljanja našle završetak u »novoj jednoj vrsti sveopće filozofije prirode«.[80] Nema sumnje, da Bošković uzima riječ »filozofija« u smislu, u kojem ju je i Newton upotrebljavao, među drugim i u naslovu osnovnog svog djela *Philosophiae naturalis Principia mathematica*. Bilo je to vrijeme, kada su se u međusobnoj plodnoj suradnji, na obostranu korist, razvijala istraživanja o prirodi i o osnovnim pojmovima na to orijentiranih filozofijskih razmatranja. Ta »sveopća filozofija prirode«, ta »kontemplacija sveukupne prirode« daleko premašuje čisto fizičku teoriju. To znači osnivati istraživanja fizičkih svojstava materije na nekim općim principima filozofijske prirode u jednu ruku i jednoj skupini iskustvene građe gledane u svijetlu tih principa u drugu ruku. Neprisiljena, nužna i stroga dedukcija, »snaga argumentacije«, vodi dalji tôk istraživanja do posljedica, koje moraju da budu u skladu s iskustvenim podacima. Bošković je svoju dedukciju proveo do kraja. Samo osnovni pojmovi te deduktivne teorije, napose pojam realnih, fizičkih, nedjeljivih točaka bez protezanja, daleko su od očiglednosti, jer ćutila naša ne sudjeluju kod njihove izgradnje. Oni se moraju izgraditi i steći, kako je rečeno, »per reflexionem«, i teškoća shvaćanja leži upravo u tome. Za svoje principe

[79] V. Varićak, Drugi ulomak Boškovićeve korespondencije. Rad Jugos. akadem. knj. 193 str. CDXL (1912) i Rad knj. 230 str. 219 i 221. Zagreb 1925

Bošković drži da su najjednostavniji u prirodi, što je za nj važno, jer mu je cilj »jednostavna i jednolika (uniformis)« teorija. Ti su principi daleko i od onih filozofijskih principa, koje smatra predrasudama, kao na primjer princip dovoljnog razloga ili pojam urođenih ideja.

Što se tiče sličnosti s drugim teorijama, Bošković ističe, da se njegova uvelike razlikuje od teorije Leibnizove, kao i Newtonove, kojoj je i sasvim protivna, premda se u njegovoj teoriji »na doista čudesan način« spajaju neki momenti i jedne i druge, ali njegova teorija da je »beskonačno jednostavnija«. Jasna analiza, koju je dao o postupcima na putu do osnovnih svojih pojmova, potpuno potvrđuje Boškovićeve tvrdnje. Što se napose tiče odnosa Leibnizovih monada i Boškovićevih »točaka«, pokazuje način njihova uvođenja kao i izgradnja materije u objema teorijama nezavisnost Boškovićevu o Leibnizu. Ali zakon neprekinutosti zajednički je njemu i sljedbenicima Leibnizovima.

Što je najbitnije dao Bošković u svojoj teoriji prirodne filozofije? To je izgradnja kvalitativne jedne sheme za predočivanje mehaničkih, kao i drugih fizičkih svojstava materije, koja vodi do sasvim novog gledanja na sastav materije. Težište pritom ne leži na nekom posebnom sustavu silâ, koji više ili manje dobro predočuje, »tumači« opažane pojave, nego na nepreglednim mogućnostima variiranja i diferenciiranja u primjenama te sheme. Ta je omogućila Boškoviću da ubere one »uberrimos fructus«, koji su i njega samoga iznenadili.

Prema prirodi sheme predočena je ta teorija bez upotrebe infinitezimalnog računa, koji je upravo u osamnaestom stoljeću u rukama Bernouillâ, Eulera, Clairauta, d'Alemberta, Lagrangea, Laplacea širom otvorio vrata novom načinu opisivanja i tumačenja prirode i pripremao naučna otkrića devetnaestoga i dvadesetoga stoljeća. Dvije strane Boškovićeva stvaranja osvjetljuje taj moment. U jednu ruku označuje Boškovićev način kod matematičke obrade problema zemaljske i nebeske mehanike, astronomije i geodezije. Upirući se o »snagu geometrije«, vješto se služeći samo najnužnijim iz teorije diferencijala zaobilazi on duge analitičke račune,

kojima uostalom nije bio ni osobito vješt. Ali je zato njegova infinitezimalna analiza neposredna i zorna, premda često i oduga, svijesno usmjerena u bit pitanja i sasvim prilagođena primjenama, tako da on izlazi s tom svojom metodom kao majstor primijenjene matematike.[81]

U drugu ruku, taj moment jasno razlučuje ciljeve dviju teorija, Newtonove i Boškovićeve. Newton daje matematičke principe prirodne filozofije i zato razvija matematička sredstva, koja su ostala baština matematičkoj fizici. Bošković zamišlja teoriju, koja samo kvalitativno tumači fizičke pojave. Ali ta je teorija nosila u sebi tako snažan potencijal priljubljivanja na prerazne mogućnosti u primjenama, da joj se još u osamnaestom stoljeću priklonio u trijeznom promatranju, a ne krijući divljenja, veliki engleski fizik i kemik Joseph Priestley, da je John Robison, profesor teoretske fizike u Edinburghu, g. 1785. predavao Boškovićevu teoriju, koju je smatrao »most ingenious«; da je Michaelu Faradayu bila vrlo bliska, jer od svih atomskih teorija najmanje traži pretpostavaka; da se Lord Kelvin više puta na tu teoriju vraćao i primjenjivao je, a J. J. Thomsonu, stvaraocu teorije elektrona, da je krivulja silâ te teorije poslužila pri uvođenju osnovnih novih pojmova nove nuklearne fizike, kako je sve to iznio V. Varićak u svojim radovima o Boškoviću.

Danas se opet počinje javljati zanimanje za Boškovićevu teoriju.[82] Sasvim nova atmosfera, koju je on uveo u fizička razmatranja svojom kvalitativnom shemom za predočivanje

[80] »... novum quoddam Universae Naturalis Philosophiae genus«. – Th. Ph. nat. str. X

[81] Vidi V. Varićak l. c. 7) – Ž. Marković, R. J. Bošković et les Mathématiques Appliquées. Actes du VIIIe Congrès International d'Histoire des Sciences, str. 202–206, Firenze 1956

[82] U Engleskoj napose radi na oživljavanju zanimanja za Boškovićevu teoriju L. L. Whyte koji je u članku »Boscovich and Particle Theory«, publiciranom u Nature, vol. 179 str. 284–285, kao i u opširnijem prikazu »R. J. Boscovich, S. J., F. R. S. (1711–1787), and the Mathematics of Atomism«, Notes and Records of the Royal Society of London. vol. 13, No. 1., str. 38—48, 1958, isticao poseban karakter Boškovićeve teorije kao »jedini primjer čisto kinematičke atomske teorije«, jer Bošković ne uvodi masu kao osnovnu jedinicu, nego samo jedinice za duljinu i vrijeme.

fizičkih svojstava materije, one sile, koje Boškovićevim »točkama« daju svojstva tvarnih elementarnih čestica, postojanje i izmjenjivanje limesa kohezije i ne-kohezije, koje je osnovno za tumačenje svojstava materije u toj teoriji, pa shvaćanje čvrstog tijela kao skupa konačnog broja Boškovićevih »točaka«, koji svojim brojem, rasporedom i međusobnim utjecajima određuje svojstva takvog tijela, napokon i shvaćanje realnog prostora u uskoj vezi s fizičkim svojstvima, svi ti momenti, a i drugi neki, čine Boškovićevu teoriju bližom današnjem shvaćanju nego bilo koju drugu teoriju u povijesti fizike. A iznad svega Boškovićeva težnja za »u n i c a l e x«, koja će na jedinstveni oblik svesti tumačenja baštine fizičkih istraživanja do njegova vremena, kao da odjekuje u onom zazivanju s vrlo autoritativne strane za »novim Newtonom« našeg vremena, koji bi uskladio sve današnje mnoštvo eksperimentalnih i teoretskih rezultata o sastavu materije i otvorio opet put u jedan »novi svijet«.

XVII

Jaka Boškovićeva intuicija, živa stvaralačka fantazija, *»aestuantis animi impetus«*, uokvireni kritičnošću i deduktivnom strogošću, koji se ističu u svem Boškovićevu stvaranju, i u tom jubilarnom djelu nalaze očevidnu potvrdu. Njegov zakon silâ dopušta mu da zamisli na primjer, da pored našeg prostora mogu postojati i drugi, koji ne stoje ni u kakvom odnosu s našim, tako da ne »induciraju« nikakav odnos daljine, a slično da može postojati i vrijeme, koje je »smješteno« izvan našega vremena. Uzme li se na primjer, da je jedan svemir smješten među dvije vertikalne asimptote, jedne u odbojnom dijelu, druge u privlačnom, dakle u položaju spomenutom već prije (sl. 2), ne će nijedna točka materije moći izići iz dijela zatvorenog lukovima Boškovićeve krivulje među te dvije asimptote. Nalazi li se kraj njega drugi svemir, isto među dvije vertikalne asimptote iste prirode, samo koji se proteže u mnogo većem razmaku na osi daljina, ne će ta dva svemira nikako utjecati jedan na drugi. Bošković zamišlja i to, da se svemiri manjih dimenzija shvate u svom djelovanju kao točka s obzirom na najbliži veći svemir, koji će se tako u neku ruku sastojati od sitnih masa (massulae), pa i taj svemir ne bi zamjetljivo utjecao na one male svemire, što Boškovića vodi do ideje »slijeda sličnih svemira«, od kojih su pojedini kao zrnca pijeska s obzirom na druge.[83]

Sed contrahenda jam vela sunt et consistendum, kako kaže Bošković. Na jednom mjestu u *De continuitatis lege* (§ 20) ističe Bošković, što traži od onoga, koji hoće da prodre do središta novog njegova svijeta. To je *»acrior mentis acies atque animi audentior vis«*. Uistinu, oštrine je uma trebalo da prodre iz ishodišnih svojih položaja do jezgre teorije, smjelosti je duha trebalo da zamisli, objavi i obrani svoje misli o zakonu silâ u prirodi i o sastavu materije. A ne obilježuju li iste oznake i rad današnjih istraživača u nuklearnoj fizici? I nije li i to jedna spona među smionom Boškovićevom teorijom i suvremenim istraživanjima, duboko ukorijenjena u biti stvari?

[83] Vidi napose ad Stay III str. 503 i d.